PITAGORAS
ACADEMIA

FÍSICA

Profesor Abraham Visalaya

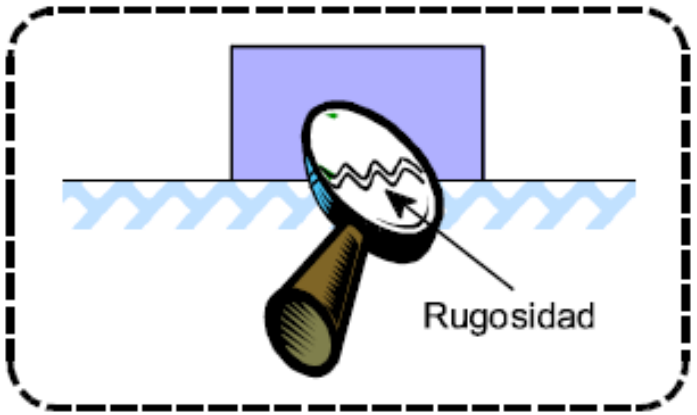
ROZAMIENTO O FRICCIÓN

ROZAMIENTO ESTÁTICO Y ROZAMIENTO CINÉTICO

ROZAMIENTO O FRICCIÓN

FUERZA DE ROZAMIENTO

La fuerza de rozamiento o de fricción entre dos superficies sólidas (rozamiento seco) se manifiesta en el contacto entre estas superficies debido a sus asperezas, cuándo hay un deslizamiento entre ellas o cuando hay una tendencia al deslizamiento .



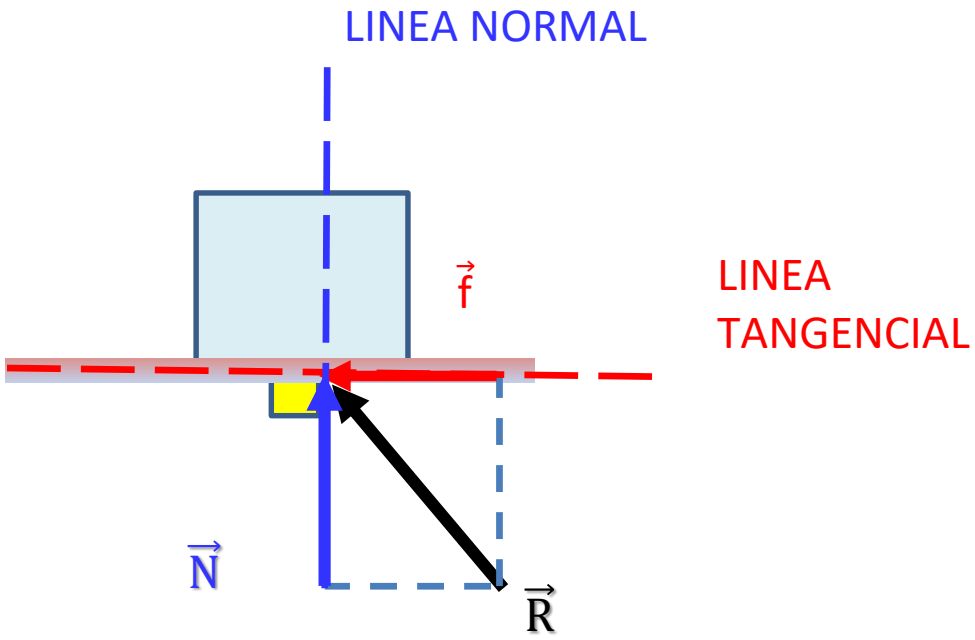
Empleando una potente lupa podemos apreciar la aspereza o rugosidad entre un bloque y el piso.

Las fuerzas de rozamiento o de fricción se producen debido a las irregularidades o deformaciones de las superficies que están en contacto.

La fuerza de rozamiento es tangente a las superficies en contacto

ROZAMIENTO O FRICCIÓN

SE DEBE TENER EN CUENTA QUE LA FUERZA DE CONTACTO ENTRE LAS SUPERFICIES, QUE ES LA REACCION TOTAL($\vec{R}$) ENTRE LAS SUPERFICIES, ES LA SUMA VECTORIAL DE SUS COMPONENTES PERPENDICULARES QUE SON LA FUERZA NORMAL($\vec{N}$) Y LA FUERZA DE ROZAMIENTO O DE FRICCIÓN ($\vec{f}$)



$$\vec{R} = \vec{N} + \vec{f}$$

Magnitud

$$R=\sqrt{N^2 + f^2}$$

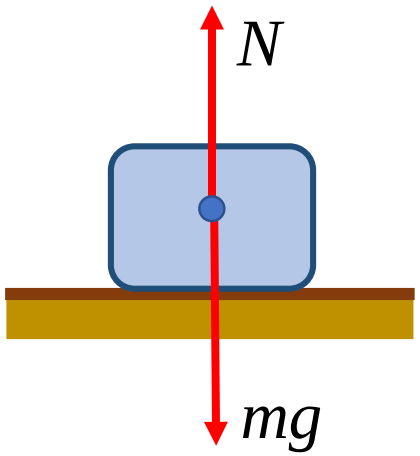
ROZAMIENTO O FRICCIÓN

FUERZA DE ROZAMIENTO ESTÁTICO (f_S ; f_e)

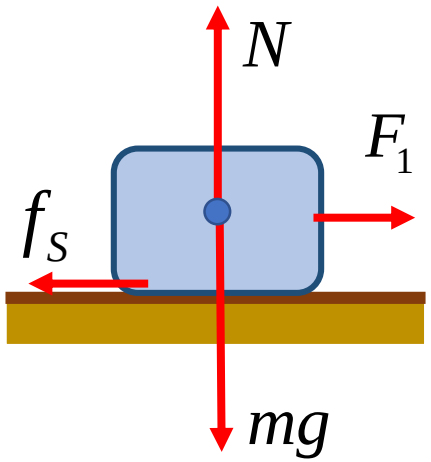
Esta fuerza de fricción se presenta entre dos superficies ásperas cuando una de ellas tiende a deslizar (pero no desliza) sobre la otra. Experimentalmente se comprueba que esta fuerza de rozamiento estático (fs) varía desde cero hasta un valor máximo:

La fuerza de rozamiento estático es cero cuando no hay tendencia al deslizamiento y es es máximo cuando el cuerpo está a punto de deslizar (movimiento inminente)

I. No hay tendencia a deslizar:

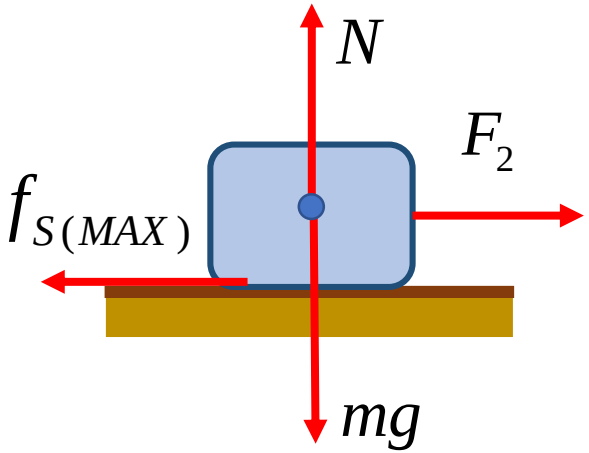


II. Hay tendencia a deslizar:



$F_1 = f_S < f_{S(MAX)}$

III. Está a punto de deslizar:



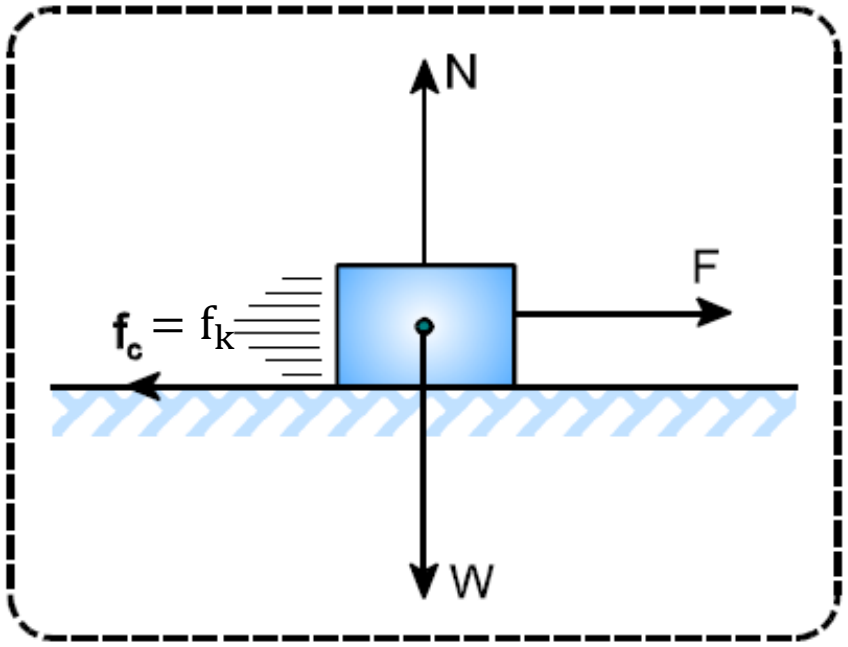
$$f_{S(MAX)} = \mu_S N$$

μ_s : Coeficiente de rozamiento estático
N : Reacción normal

ROZAMIENTO O FRICCIÓN

FUERZA DE ROZAMIENTO CINÉTICO (f_K ;f_C)

Esta fuerza de fricción se presenta entre dos superficies ásperas cuando una de ellas desliza sobre la otra. Es fácil notar que cuando un cuerpo desliza por una superficie áspera, la fuerza de fricción cinética (fc) obra en sentido contrario al deslizamiento. Es una fuerza que se considera constante.



$$f_k = \mu_k N$$

F: Fuerza que desliza al bloque
N: Fuerza normal

f_k:Fuerza de fricción cinética
μ_K =coeficiente de rozamiento cinética

ROZAMIENTO O FRICCIÓN

Experimentalmente se comprueba, con una buena aproximación, que tanto la fuerza de rozamiento estática máxima y la fuerza de rozamiento cinética son proporcionales a la fuerza normal.

Los coeficientes de rozamiento son cantidades adimensionales que no tienen unidades y dependen de la naturaleza de las superficies en contacto , en la mayoría de casos sus valores están entre cero y uno, pero en algunos casos
Pueden ser iguales o mayores que uno

Para dos superficies ásperas o rugosas en contacto , por lo general, o sea en la mayoría de casos el $\mu_S > \mu_K$.

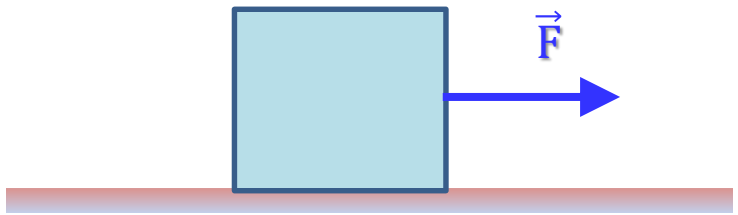
ROZAMIENTO O FRICCIÓN

SUPERFICIES EN CONTACTO	μ_S	μ_K
COBRE SOBRE ACERO	0,53	0,36
ACERO SOBRE ACERO	0,74	0,57
ALUMINIO SOBRE ACERO	0,61	0,47
CAUCHO SOBRE CONCRETO	1,0	0,8
MADERA SOBRE MADERA	0,25-0,5	0,2
MADERA ENCERADA SOBRE NIEVE HÚMEDA	0,14	0,1
TEFLÓN SOBRE TEFLÓN	0,04	0,04
ARTICULACIONES SINOVIALES EN HUMANOS	0,01	0,003

POR LO GENERAL, LA TENDENCIA ES QUE $0 < \mu_K < \mu_S < 1$, PERO EXISTEN EXCEPCIONES

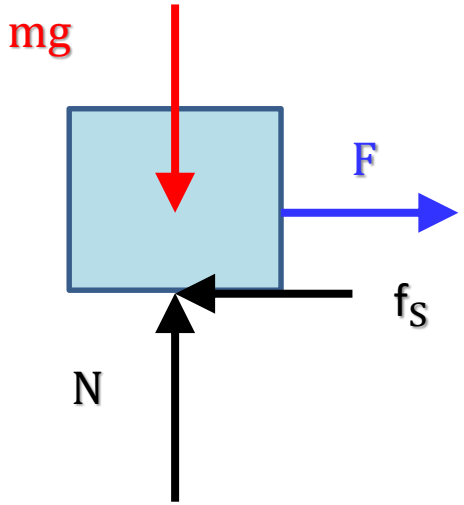
ROZAMIENTO O FRICCIÓN

ANALIZAREMOS LA FUERZA DE FRICCIÓN EN UNA SUPERFICIE FIJA A TIERRA



SI EL BLOQUE CONTINÚA EN REPOSO RESPECTO A LA SUPERFICIE, ENTONCES TAMBIÉN LO ESTÁ RESPECTO DE TIERRA

$$\therefore \sum \vec{F} = \vec{0}$$

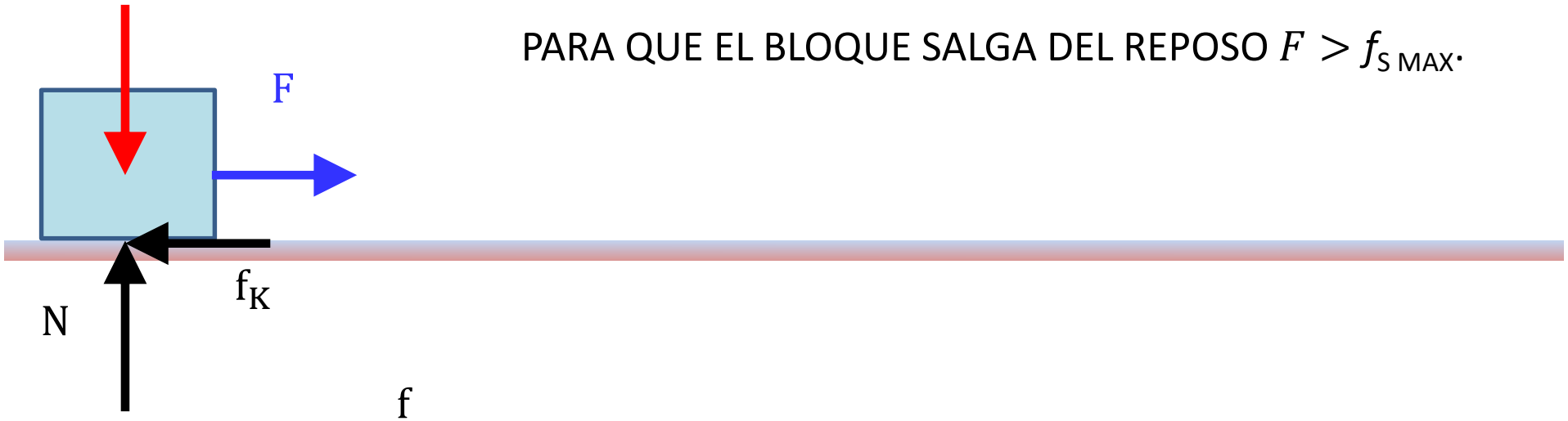


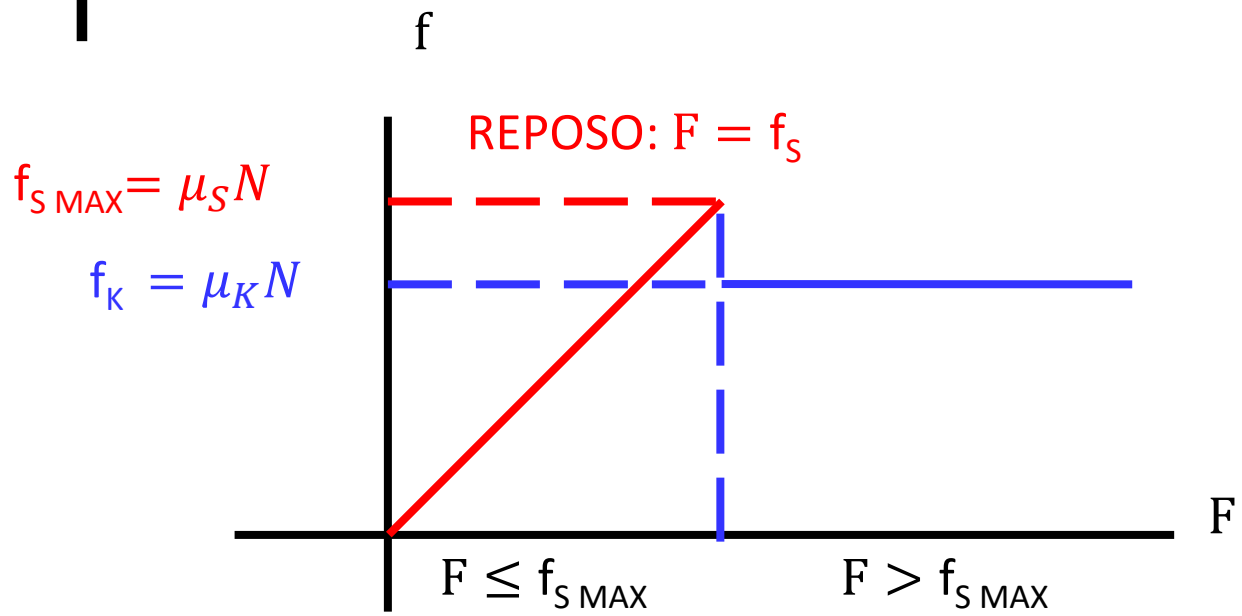
EN TÉRMINOS DE LOS MÓDULOS

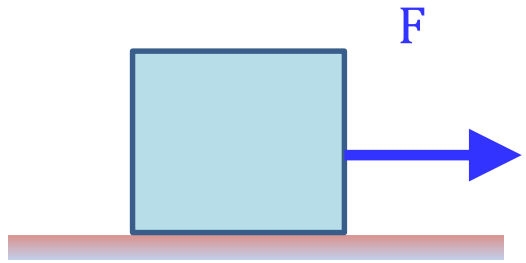
$$\Rightarrow \begin{cases} F = f_S \\ N = mg \end{cases}$$

ROZAMIENTO O FRICCIÓN

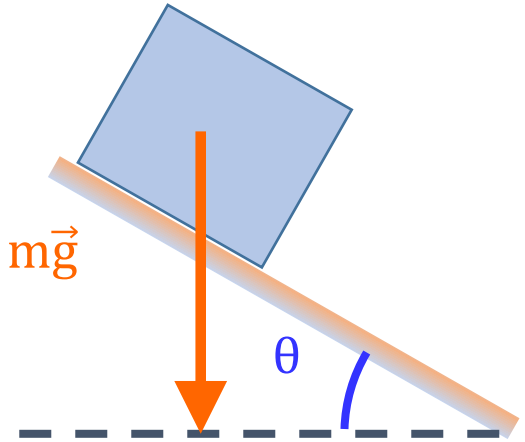
PARA QUE EL BLOQUE SALGA DEL REPOSO $F > f_{S\,MAX}$.



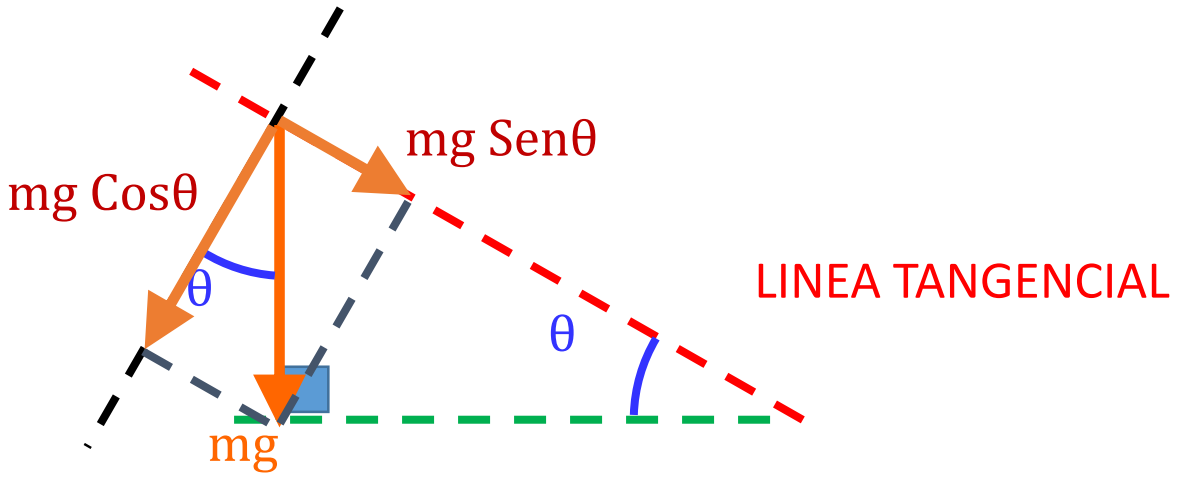


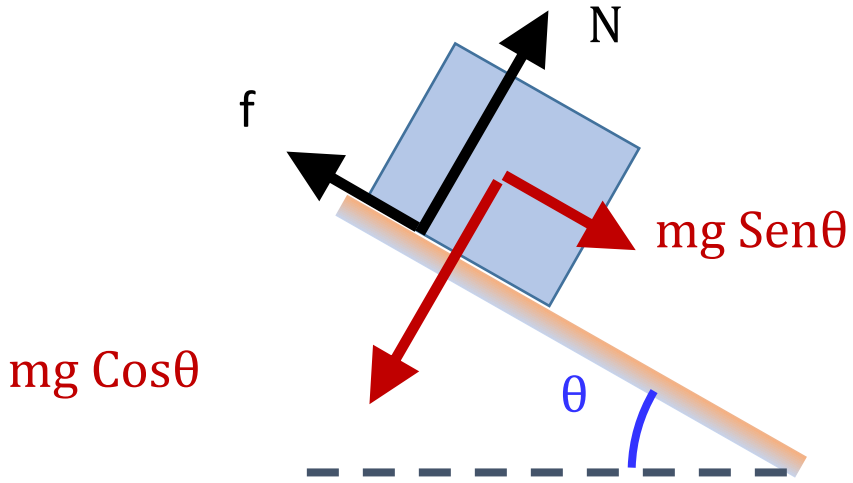


ROZAMIENTO O FRICCIÓN



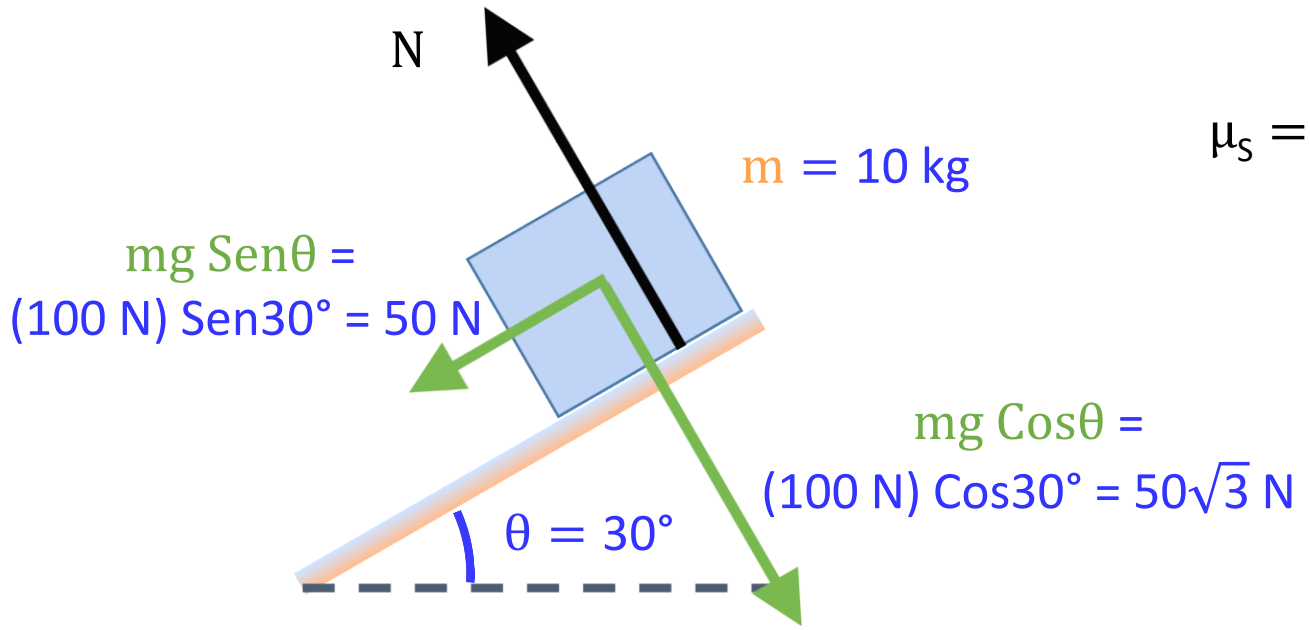
LINEA NORMAL O PERPENDICULAR AL PLANO





SI SOLTAMOS AL BLOQUE EN EL PLANO, LA COMPONENTE DEL PESO DEL MÓDULO $mg\,Sen\theta$ TIENDE A DESCENDER AL BLOQUE O LOGRA DESCENDER AL BLOQUE

ROZAMIENTO O FRICCIÓN

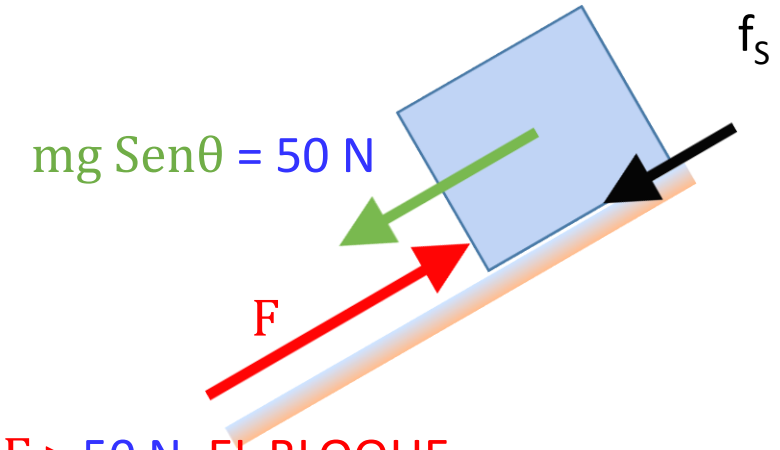


$$\mu_S = \frac{\sqrt{3}}{6}$$

CALCULEMOS $f_{S\ MAX} = \mu_S\ N$ PUES ESTA FUERZA ES LA MÁXIMA FUERZA DE FRICCIÓN QUE APLICA LA SUPERFICIE ANTES QUE EL BLOQUE COMIENCE A DESLIZAR ASI COMO TAMBIEN ES LA MÁXIMA FUERZA QUE SE LE PUEDE APLICAR SIN QUE LLEGUE A DESLIZAR:

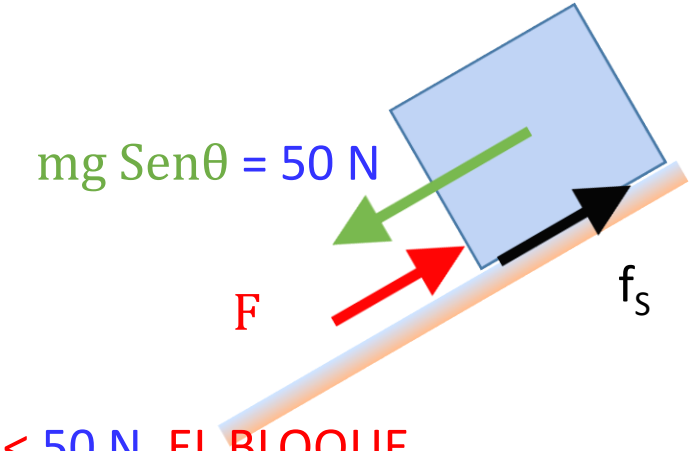
$$f_{S\ MAX} = \left(\frac{\sqrt{3}}{6}\right) 50\sqrt{3}\ N = 25\ N$$

ROZAMIENTO O FRICCIÓN



SI F > 50 N, EL BLOQUE TIENDE A SUBIR

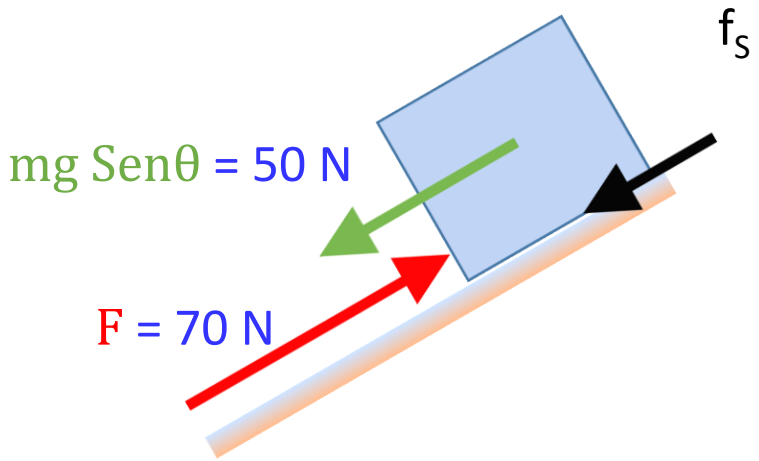
SI ENTRE F Y LA COMPONENTE DEL PESO mg Senθ = 50 N SE OBTIENE UNA FUERZA DE MENOR MAGNITUD QUE $f_{S\ MAX}$ EL BLOQUE CONTINUA EN REPOSO.



SI F < 50 N, EL BLOQUE TIENDE A BAJAR

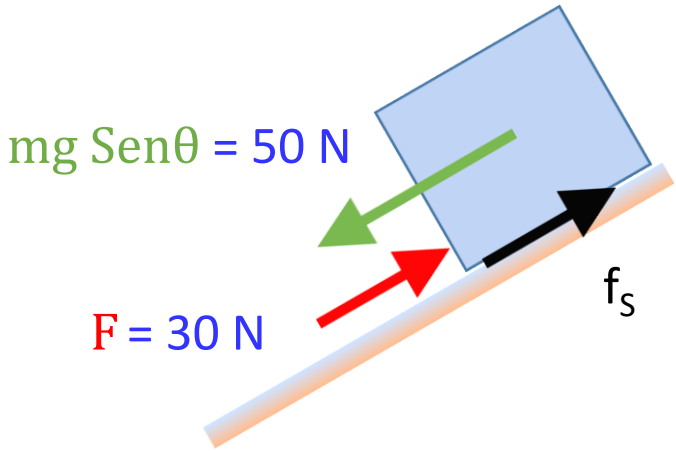
SI ENTRE F Y LA COMPONENTE DEL PESO mg Senθ = 50 N SE OBTIENE UNA FUERZA DE IGUAL MAGNITUD QUE $f_{S\ MAX}$ EL BLOQUE ESTARÁ A PUNTO DE MOVERSE PERO AÚN EN REPOSO.

ROZAMIENTO O FRICCIÓN



POR EQUILIBRIO : $f_S = 20$ N

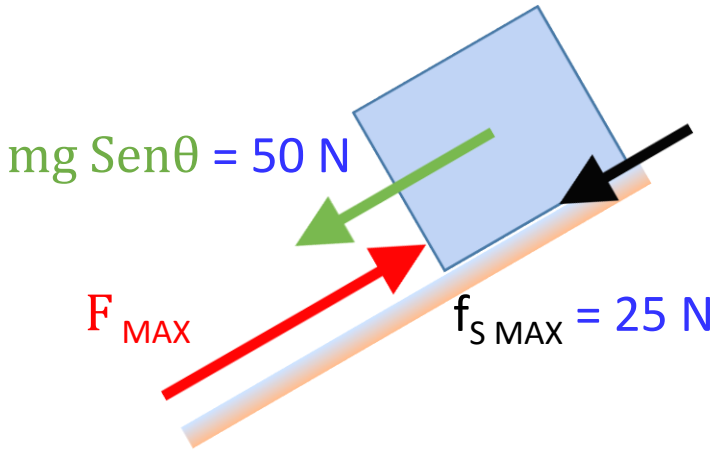
ENTRE F Y mg Senθ SE OBTIENE UNA FUERZA DE 20 N ORIENTADA DESCENDIENDO EN EL PLANO. COMO ES MENOR QUE EL VALOR MÁXIMO $f_{S\,MAX} = 25$ N, EL BLOQUE SIGUE EN REPOSO



POR EQUILIBRIO : $f_S = 20$ N

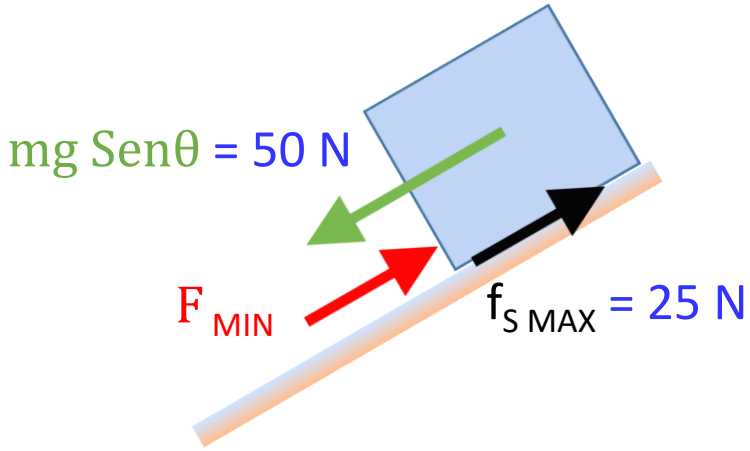
ENTRE F Y mg Senθ SE OBTIENE UNA FUERZA DE 20 N ORIENTADA ASCENDIENDO EN EL PLANO. COMO ES MENOR QUE EL VALOR MÁXIMO $f_{S\,MAX} = 25$ N, EL BLOQUE SIGUE EN REPOSO

ROZAMIENTO O FRICCIÓN



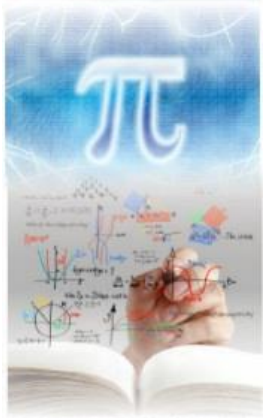
SI F TOMA SU MÁXIMO VALOR, EL BLOQUE ESTARÁ A PUNTO DE SUBIR

POR EQUILIBRIO : $F_{MAX} = 75$ N



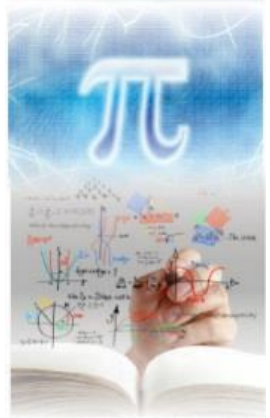
SI F TOMA SU MINIMO VALOR, EL BLOQUE ESTARÁ A PUNTO DE BAJAR

POR EQUILIBRIO : $F_{MIN} = 25$ N



MOMENTO DE PRACTICAR

PROBLEMAS Y RESOLUCIÓN

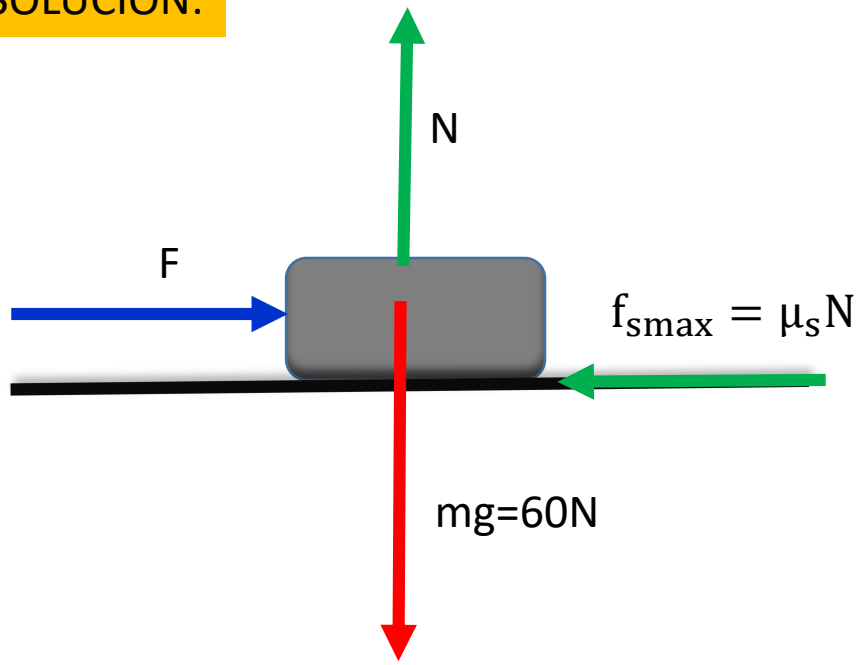


ROZAMIENTO O FRICCIÓN

1. Un bloque de peso 60N se encuentra en reposo sobre una superficie áspera ($\mu_S = 0{,}5$). Halle la fuerza horizontal máxima que se debe aplicar al bloque para que no se mueva.

A) 10N B) 20N C) 30N
D) 40N E) 50N

RESOLUCIÓN:



Por equilibrio:

$$\sum F_X = 0$$

$$F - \mu_s N = 0$$

$$F = \mu_s N \text{ .....(1)}$$

$$\sum F_Y = 0$$

$$N - mg = 0$$

$$N = mg = 60$$

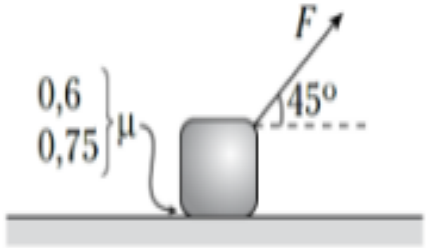
Reemplazando en (1):

F = 0,5x60

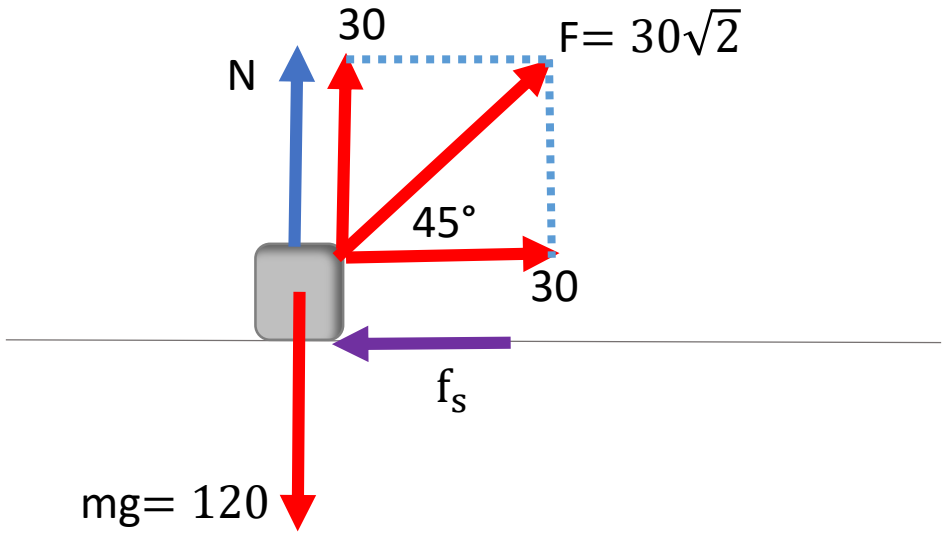
F = 30 N

ROZAMIENTO O FRICCIÓN

2. El bloque de 12 kg inicialmente en reposo se encuentra apoyado sobre una superficie horizontal. Si se le aplica una fuerza F= $30\sqrt{2}$ N, determine la magnitud de la fuerza de rozamiento entre el bloque y el piso. g= 10 m/s^2.



A) 10 N B) 20 N C) 30 N
D) 40 N E) 50 N



$$\sum F_Y = 0$$

$$N+30-120=0$$

$$N=90$$

$$f_{Smáx} = \mu_S N = 0{,}75x90$$

$$f_{Smáx} = 67{,}5N$$

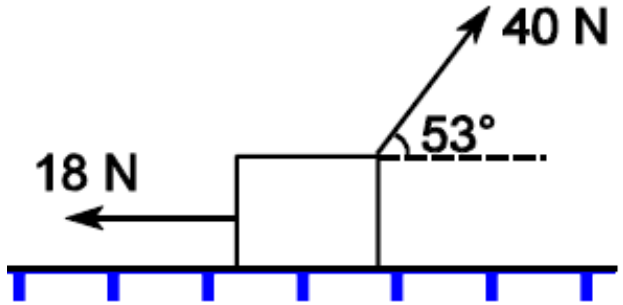
Como 30< $f_{Smáx}$ el cuerpo no desliza

$$\sum F_X = 0$$

$$f_s = 30N$$

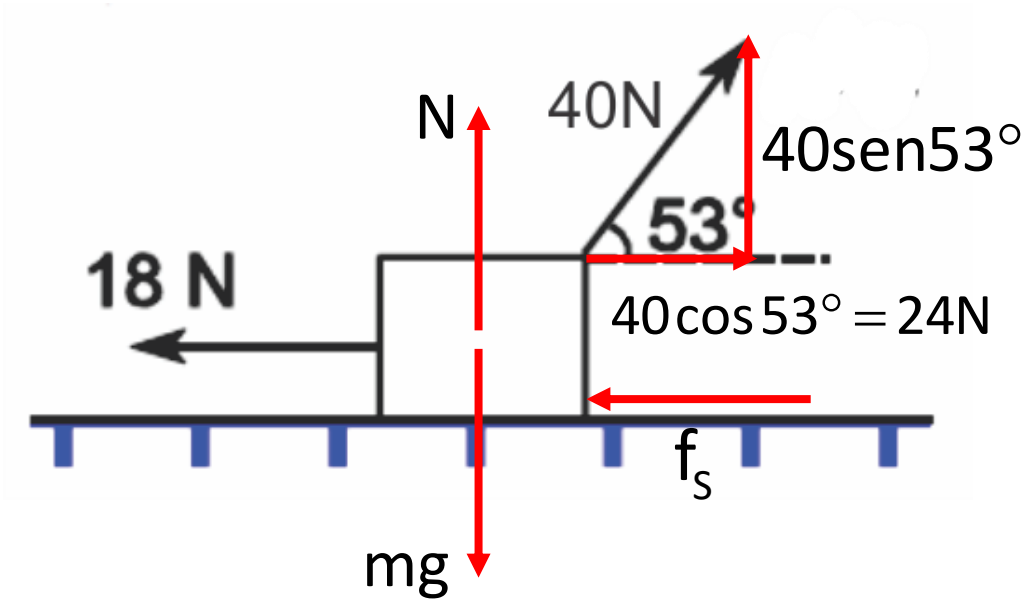
ROZAMIENTO O FRICCIÓN

3. Sabiendo que el cuerpo está en reposo , halle la fuerza de rozamiento entre el bloque y el piso horizontal



A) 2 N B) 4 N C) 6 N
D) 8 N E) 10 N

RESOLUCIÓN:



Por equilibrio:

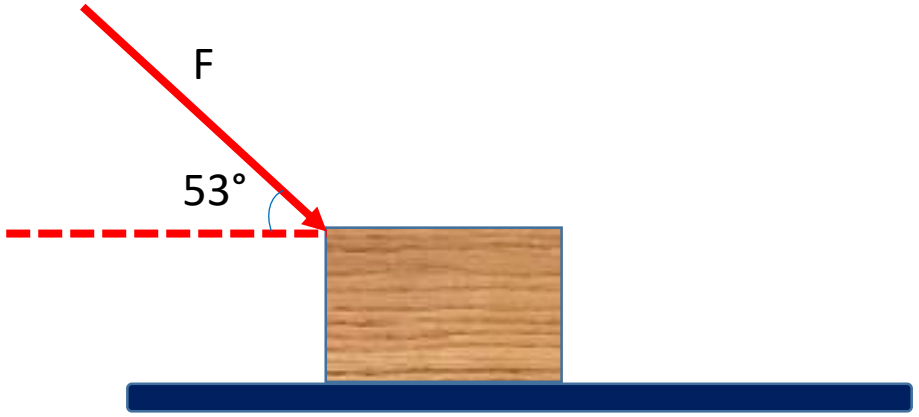
$$\sum F_X = 0$$

$$24 - 18 - f_S = 0$$

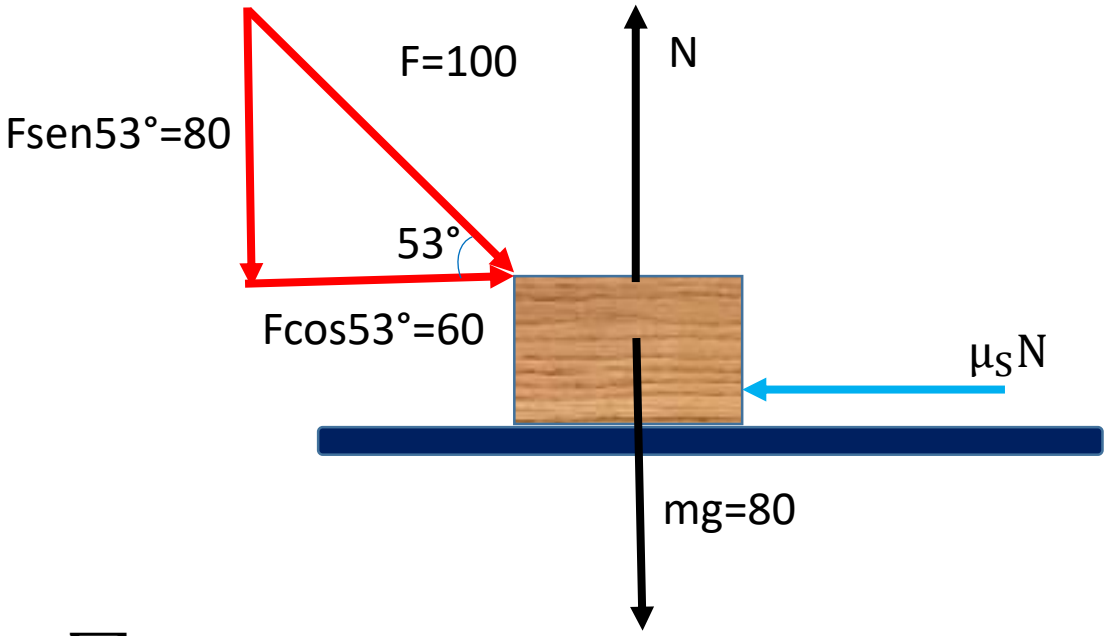
$$f_s = 6N$$

ROZAMIENTO O FRICCIÓN

4. Un bloque de masa 8 kg se encuentra a punto de deslizar sobre la superficie horizontal áspera, cuando se le aplica la fuerza F=100 N. Halle el coeficiente de rozamiento estático entre el bloque y la superficie. g=10m/s^2



A) 1/3 B) 3/4 C) 3/8
D) 1/7 E) 4/9



$$\sum F_X = 0$$

$$\mu_S N = 60 \ldots\ldots\ldots(1)$$

$$\sum F_Y = 0$$

$$N - 80 - 80 = 0$$

$$N = 160$$

En (1)

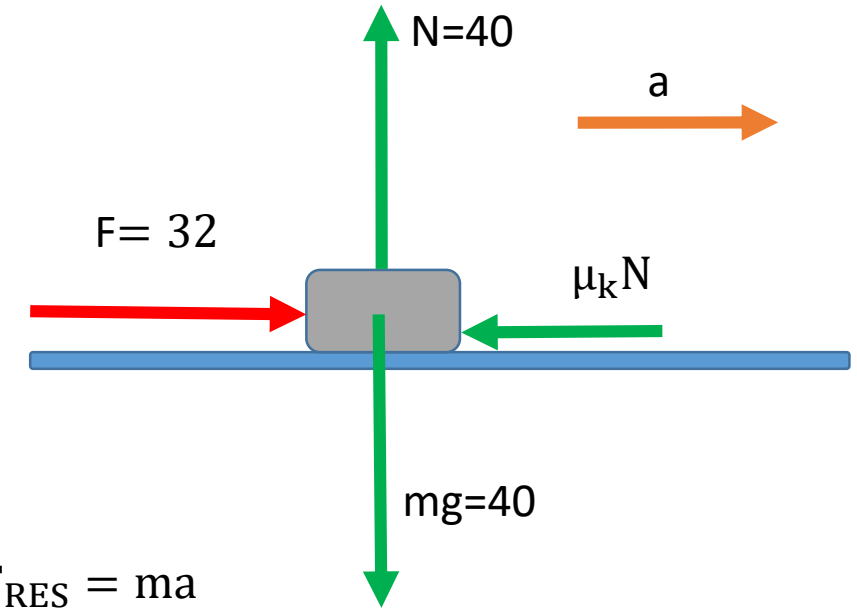
$$\mu_S(160) = 60$$

$$\mu_S = 3/8$$

ROZAMIENTO O FRICCIÓN

5. Un bloque de 4 kg se mueve sobre una superficie horizontal áspera de coeficiente $\mu_K = 0{,}5$, por la acción de una fuerza horizontal F= 32 N. Halle la aceleración del cuerpo en m/s^2 g=10m/s^2

A) 1 B) 2 C) 3
D) 4 E) 5



$F_{RES} = ma$

$32 - \mu_K N = 4a$

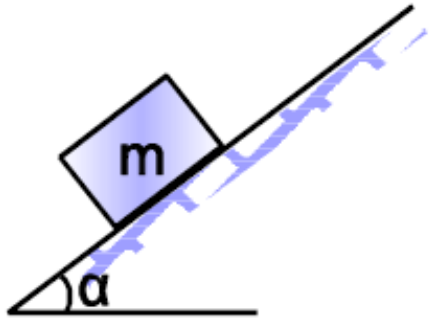
$32 - 0{,}5(40) = 4a$

$32 - 20 = 4a$

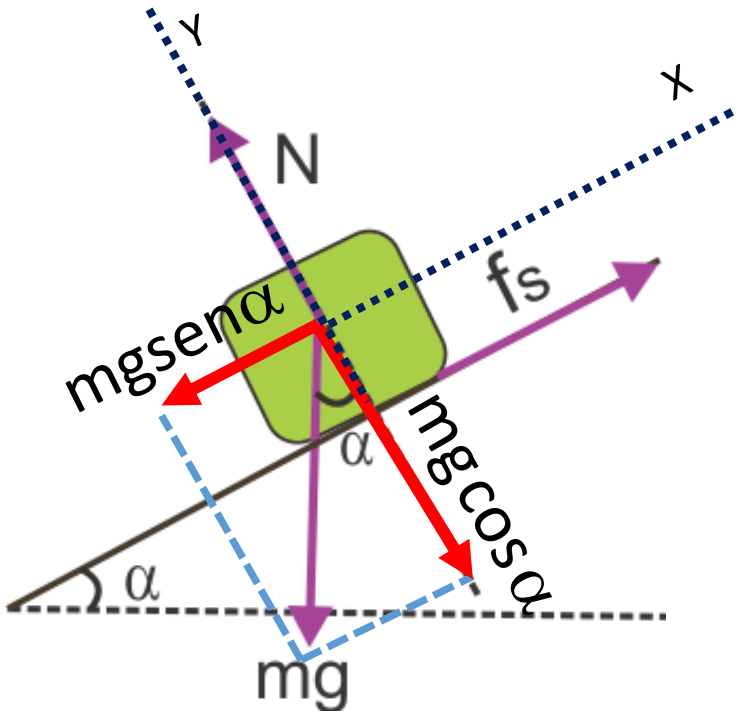
a= 3m/s^2

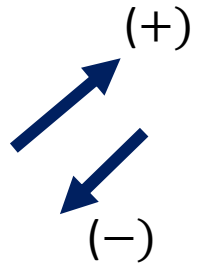
ROZAMIENTO O FRICCIÓN

6. Un cuerpo de 5kg se encuentra en reposo sobre un plano inclinado rugoso. Halle la fuerza de rozamiento. g=10m/s^2; $\alpha = 53°$



A) 10 N B) 20 N C) 30 N
D) 40 N E) 50 N

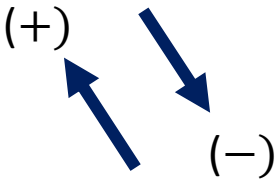




$$\sum F_X = 0 \Rightarrow \sum F \parallel \text{plano} = 0$$

$$f_s - mgsen\alpha = 0 \Rightarrow f_s = mgsen\alpha$$

$$f_s = 5x10x4/5 \Rightarrow f_s = 40\ N$$



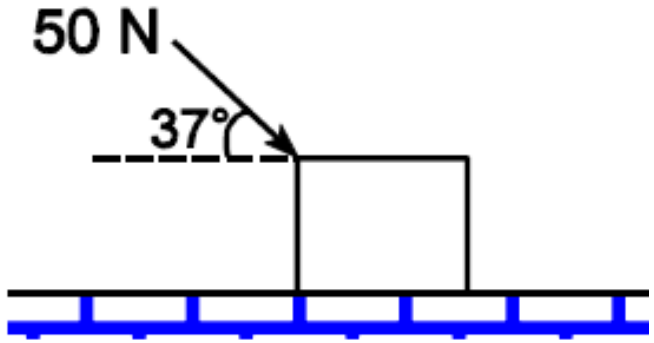
$$\sum F_y = 0 \Rightarrow \sum F \perp \text{plano} = 0$$

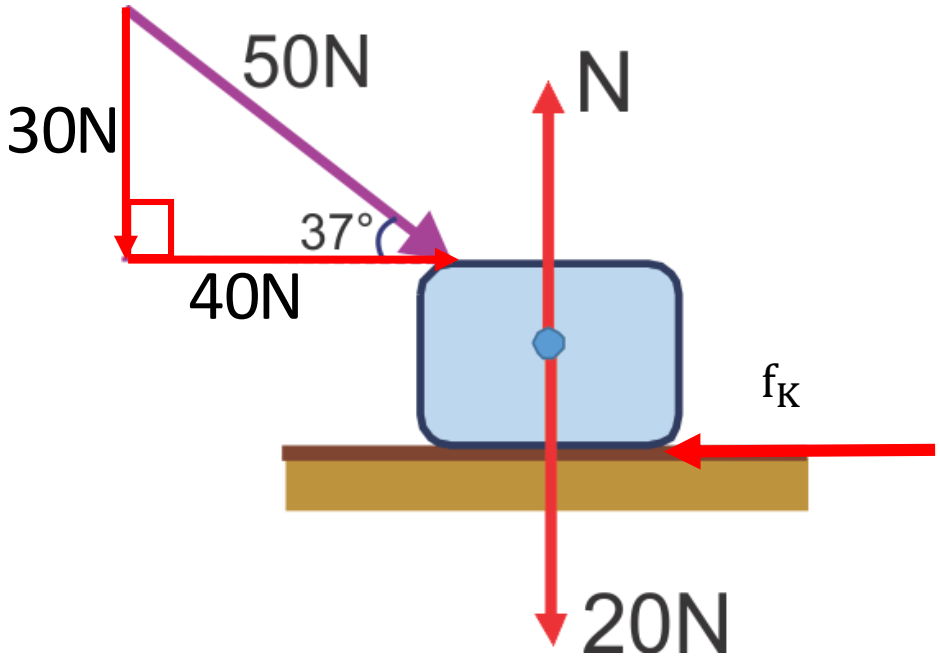
$$N - mgcos\alpha = 0 \Rightarrow N = mgcos\alpha$$

ROZAMIENTO O FRICCIÓN

7. Si el bloque se desplaza a velocidad constante, halle el coeficiente de rozamiento cinético entre el bloque y la superficie horizontal. $m = 2\ kg$; $g = 10\ m/s^2$

A) 0,5 B) 0,6 C) 0,7
D) 0,8 E) 0.9





$$\sum F_Y = 0 \qquad N - 30 - 20 = 0 \qquad \Rightarrow N = 50$$

$$\sum F_x = 0 \qquad 40 - f_K = 0 \qquad \Rightarrow f_K = 40$$

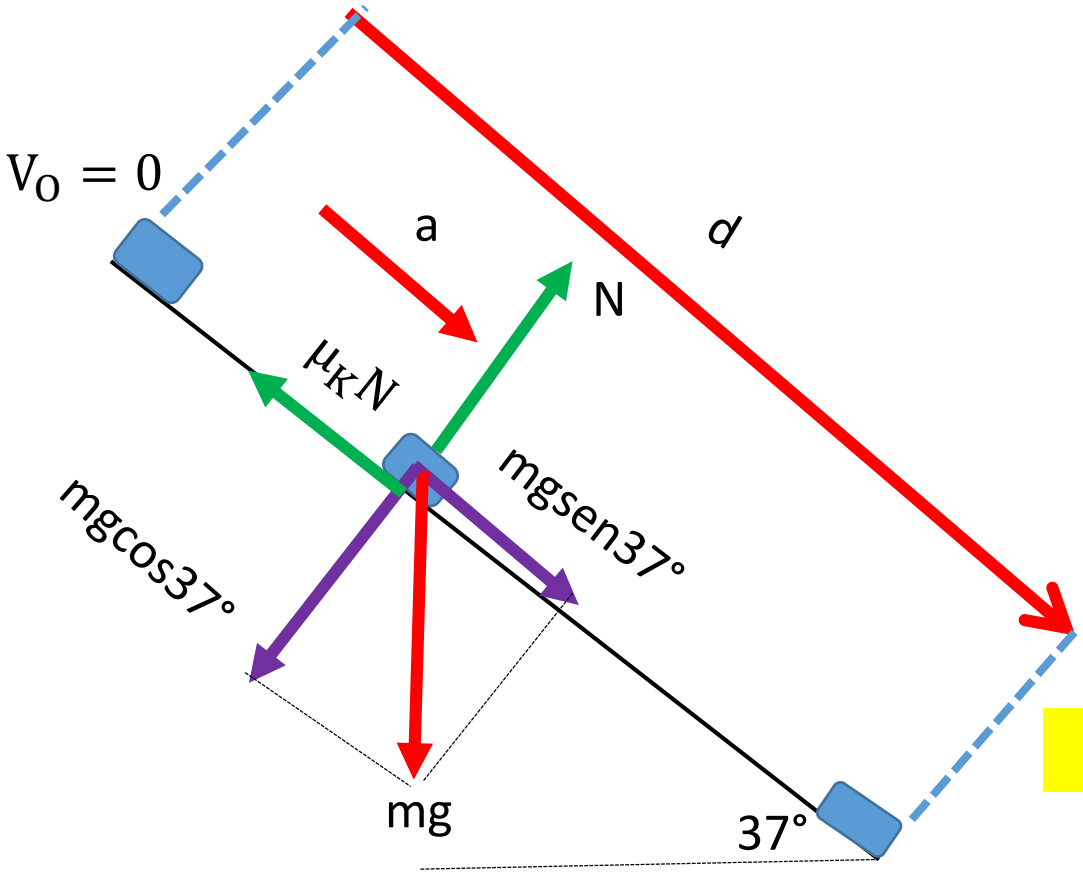
$$\mu_K N = 40$$

$$\mu_K (50) = 40$$

$$\mu_K = 0{,}8$$

ROZAMIENTO O FRICCIÓN

8. Un cuerpo es soltado de la parte superior de un plano inclinado áspero que forma 37° con la horizontal. Halle con que aceleración baja y el tiempo que emplea en llegar a la parte inferior del plano de longitud 9m. El coeficiente de rozamiento cinético es de 0,5.g=10m/s^2



$$F_{RES} = ma$$

$$mgsen37° - \mu_K N = ma \text{ .....(1)}$$

Las fuerzas perpendiculares a la dirección del movimiento suman cero

$$N = mgcos37°$$

Reemplazando en (1)

$$mgsen37° - \mu_K mgcos37° = ma$$

$$g(sen37° - \mu_K cos37°) = a$$

Reemplazando datos: a=2m/s^2

Por MRUV

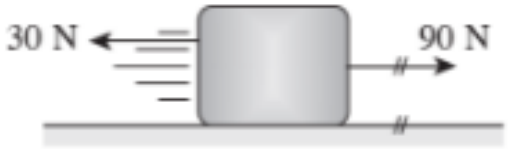
$$d = V_0 t + \frac{1}{2}at^2$$

$$9 = \frac{1}{2} x 2t^2$$

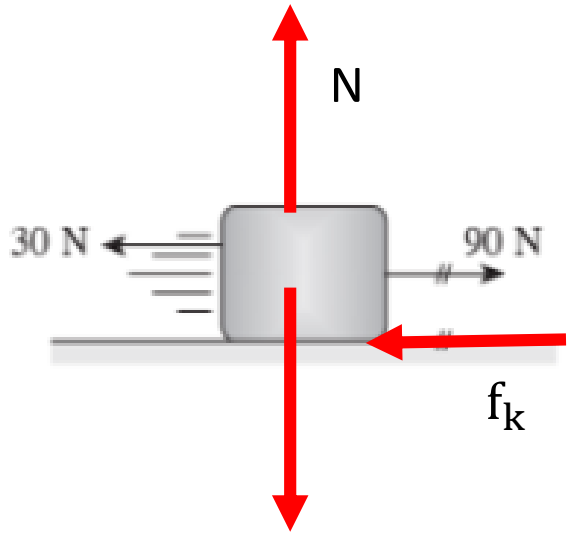
t=3s

ROZAMIENTO O FRICCIÓN

9. El bloque de 14,4 kg se desplaza sobre la superficie horizontal, desarrollando un MRU. Para el instante mostrado determine la reacción del piso sobre el bloque. g= 10 m/s^2



A) 90 N B) 106 N C) 116 N
D) 126 N E) 156 N



mg=144

$$\sum F_X = 0$$

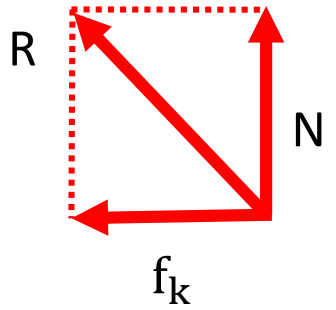
$$90 - 30 - f_k = 0$$

$$f_k = 60$$

$$\sum F_y = 0$$

N−144=0

N=144

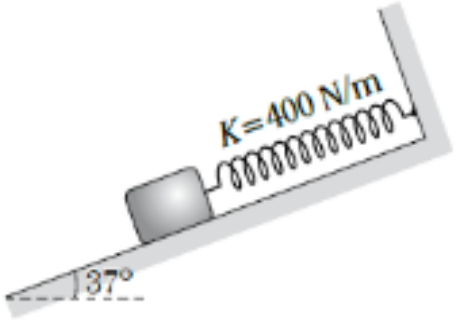


$$R = \sqrt{f_k{}^2 + N^2}$$

R=156 N

ROZAMIENTO O FRICCIÓN

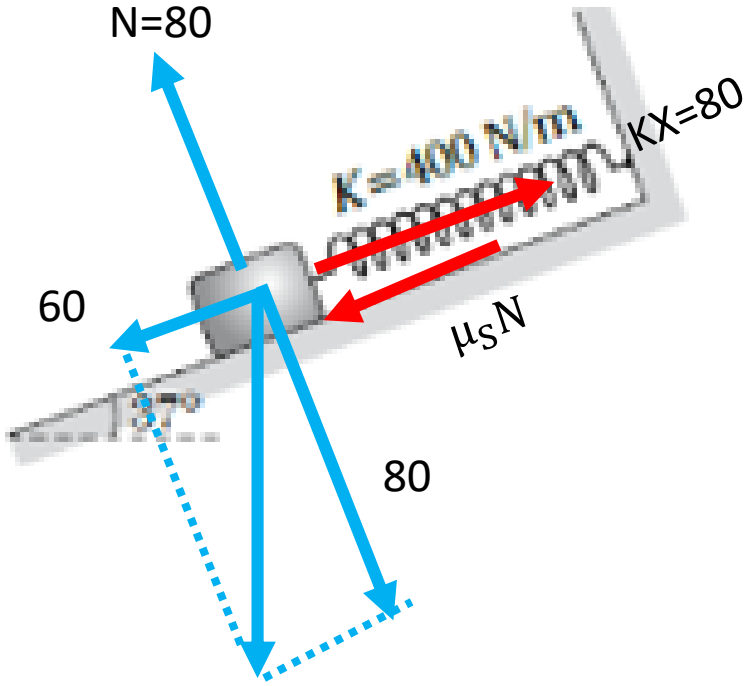
10. El bloque de 10 kg se encuentra apoyado sobre la superficie inclinada rugosa, tal como se muestra. Si el resorte se encuentra estirado 20 cm, determine el coeficiente de fricción estático necesario entre la superficie inclinada y el bloque, para no perder su condición de reposo. g= 10 m/s^2



A) 0,20 B) 0,25 C) 0,35
D) 0,40 E) 0,50

X=20cm $\frac{1\text{m}}{100\text{ cm}}$ = 0,2 m

Kx=400x0,2=80N



$80-60-\mu_S N = 0$

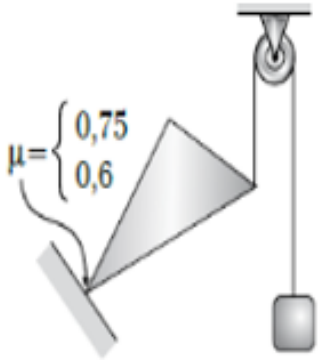
$\mu_S N = 20$

$\mu_S(80) = 20$

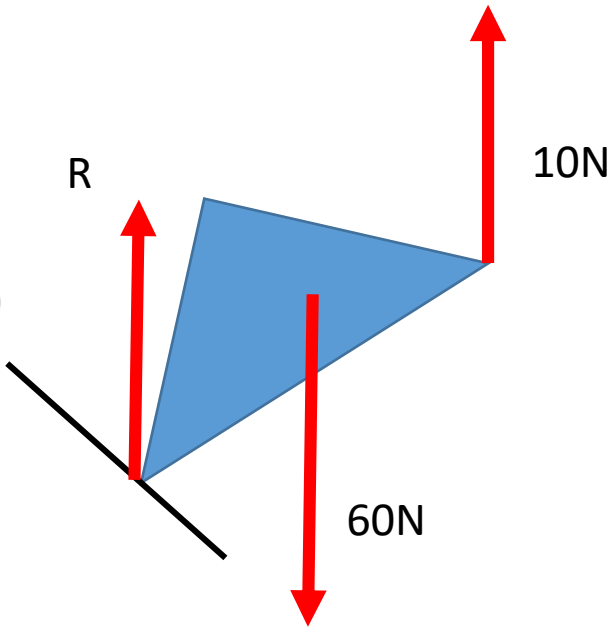
$\mu_S = 0{,}25$

ROZAMIENTO O FRICCIÓN

11. Una placa triangular de 6 kg está apoyada sobre una superficie inclinada tal como se muestra. Si el bloque es de 1 kg y la placa está a punto de resbalar, determine el módulo de la fuerza de rozamiento entre la placa y la superficie. g= 10 $10 m/s^2$



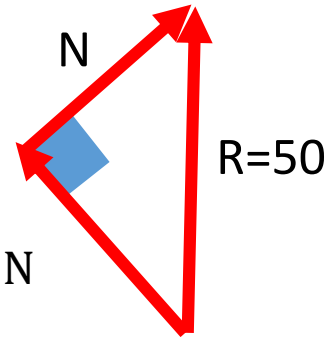
A) 10 N B) 20 N C) 30 N
D) 40 N E) 50 N



$$\sum F_Y = 0$$

R+10-60=0

R=50



$\mu_s N = 0,75N$

Por Pitágoras

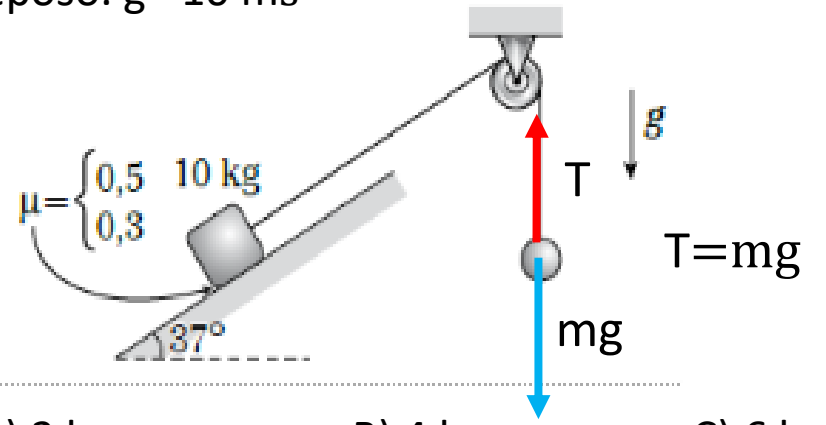
N=40

$$f_{Smáx} = \mu_s N = 0,75N$$

$$f_{Smáx} = 30N$$

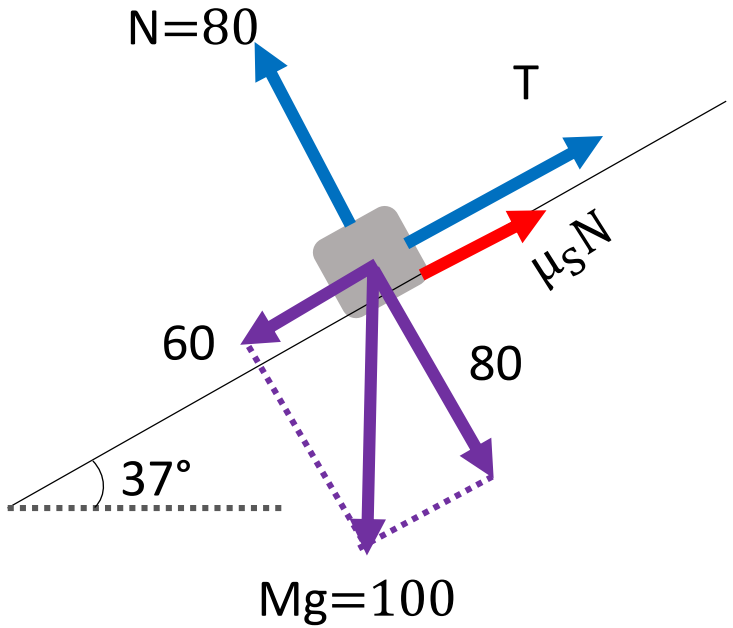
ROZAMIENTO O FRICCIÓN

12. Un bloque de 10 kg se encuentra apoyado sobre la superficie inclinada rugosa, tal como se muestra. Determine el mínimo valor que puede tener la masa de la esfera y no perder su condición de reposo. g= 10 ms^2



A) 2 kg B) 4 kg C) 6 kg
D) 8 kg E) 10 kg

A PUNTO DE BAJAR



$$\sum F \parallel \text{plano} = 0$$

$$T+\mu_S N-60=0$$

$$T+0{,}5(80)-60=0$$

$$T=20N$$

$$T=mg$$

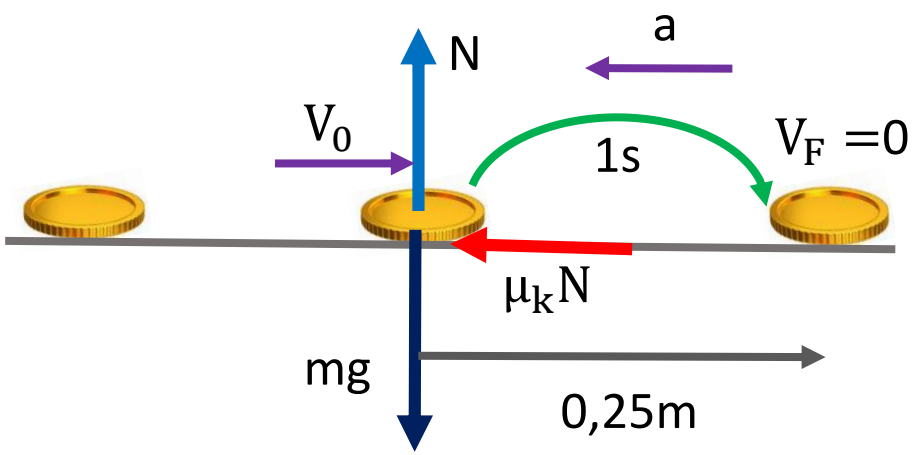
$$20=m(10)$$

$$m=2kg$$

ROZAMIENTO O FRICCIÓN

13. Una moneda se lanza sobre el piso tal que desacelera desarrollando un MRUV. Si en el último segundo de movimiento recorre 25 cm. Determine el coeficiente de rozamiento cinético entre la moneda y el piso. g= 10 m/s^2.

A) 0,02 B) 0,04 C) 0,10
D) 0,05 E) 0,50



$$d=\left(\frac{V_0+V_F}{2}\right)t$$

$$0{,}25=\left(\frac{V_0+0}{2}\right)1$$

$$V_0=0{,}5m/s$$

$$\vec{V}_F=\vec{V}_0+\vec{a}t$$

$$0=0{,}5+(-a)1$$

$$a=0{,}5m/s^2$$

$$F_{RES}=ma$$

$$\mu_K N=ma$$

$$\mu_K mg=ma$$

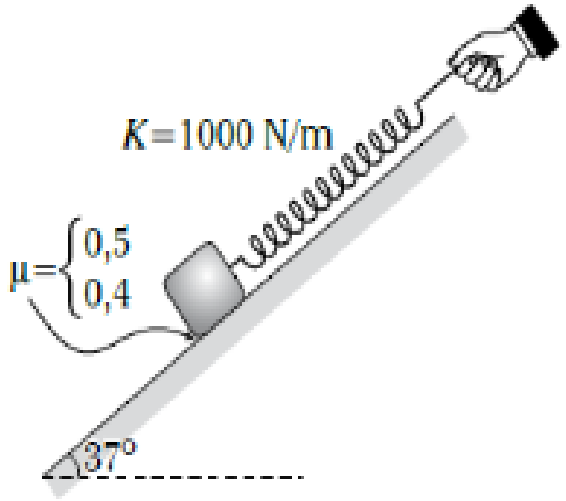
$$a=\mu_K g$$

$$0{,}5=\mu_K(10)$$

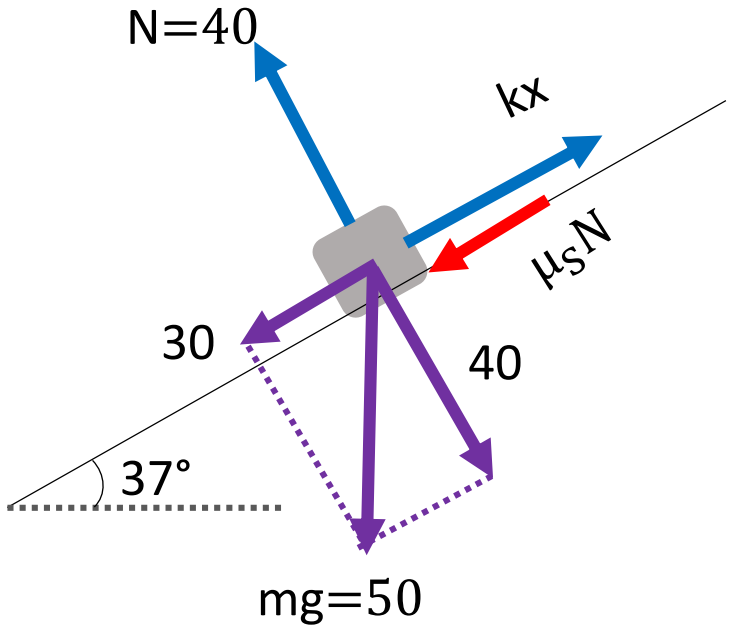
$$\mu_K=0{,}05$$

ROZAMIENTO O FRICCIÓN

14. El bloque de 5 kg está unido a un resorte ideal, el cual es jalado por un joven tal como se muestra. Determine la máxima deformación que puede tener el resorte, si el bloque en todo momento permanece en reposo. Considere g= 10 m/s^2



A) 3 cm B) 5 cm C) 6 cm
D) 1 cm E) 0,1 cm



$KX-30-\mu_S N=0$

$1000X-30-0{,}5(40)=0$

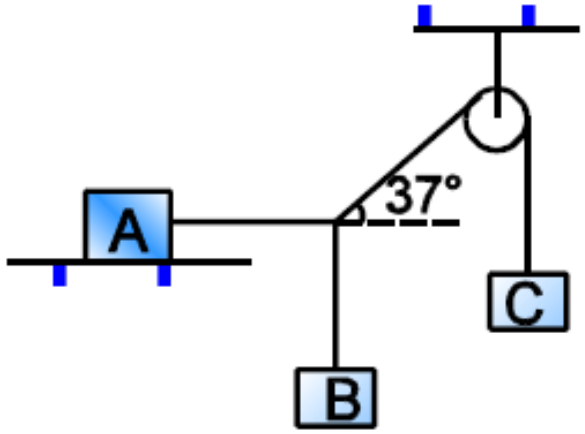
$1000X=50$

$X=0{,}05\text{m}=5\text{cm}$

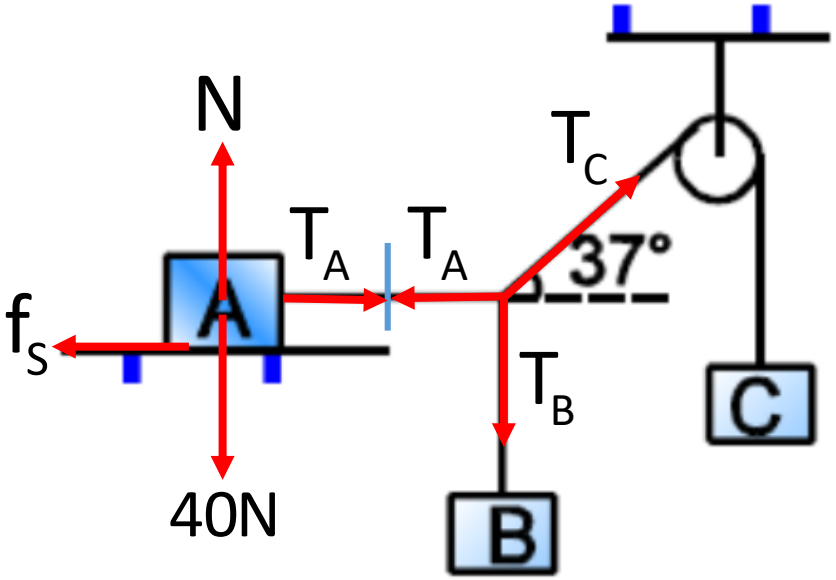
DINÁMICA Y ROZAMIENTO

15. Si el bloque “A” está a punto de deslizar, halle el peso del bloque “B” ($W_A = 40$ N, $\mu_s = 0{,}5$)

A) 10N B) 15N C)20N
D) 25N E) 30N



RESOLUCIÓN:



En el bloque A:

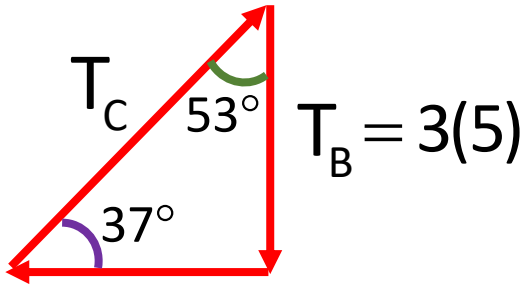
- $N = 40N$
- $T_A = f_S$

$T_A = \mu_S N$

$T_A = 0{,}5x40N$

$T_A = 20N$

Analizamos las otras cuerdas:



$T_A = 20N$
$= 4(5)$

El peso de B es igual en magnitud a la tensión de B: $W_B = T_B = 15N$

FÍSICA

CLAVES:

16) A	17) A	18) B	19) A	20) D
21) C	22) A	23) A	24) A	25) D

FIN DE LA SESIÓN

PRACTICA Y APRENDERÁS